

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR ASAM KLOORIDA (HCl) TERHADAP KAPASITAS ADSORPSI ARANG AKTIF KULIT DURIAN (*Durio zibethinus*) PADA ZAT WARNA *METHANIL YELLOW*

Supiati, H. Muh Yudi, Sitti Chadijah
Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: uphi_supiati@yahoo.co.id

Abstract: Durian's peel a waste which usually burned, stacked or discarded, which are unfavorable to environment. This condition motivates author to produce value-added products from the durian peel, such as activated carbon, as well as solving some environmental problems. This research aims to know the influence to use variation of concentration of activator HCl which produces the optimum adsorption capacity from charcoal active of durian's peel to the substance color of methanil yellow. Active carbon which is used in this research comes from durian's peel which granular types with standard -100+40 mesh. Carbon is activated by physics in furnace with 400°C heat during 2 hours and is activated by chemistry with submerged of HCl 1M, 2M, 3M, 4M and 5M during 24 hours. The result of this research shows that optimum concentration in HCl 1M with adsorption capacity from charcoal active of durian's peel is as large as 0,5350 mg/g. Whereas knowing the influence of activator is used tabulation method by statistically, where we can get F_{Hitung} 0,004 is smaller from F_{Tabel} 10,127. It explains that H_0 is accepted to reject H_1 . Therefore, it can conclude that there is not significant influence to use variation of concentration of activator HCl to adsorption capacity of charcoal active from durian's peel in substance methanil yellow.

Keywords: active carbon, adsorption, durian's peel, hydrochloric acid

1. PENDAHULUAN

Tanaman durian merupakan salah satu jenis buah-buahan yang produksinya melimpah. Bagian buah yang dapat dimakan tergolong rendah yaitu hanya 20,52%. Hal ini berarti ada sekitar 79,48% merupakan bagian yang tidak dimanfaatkan untuk dikonsumsi seperti kulit dan biji durian, yang dibuang begitu saja sampai akhirnya menjadi busuk. Kulit durian secara proporsional mengandung *carboxymethylcellulose* yang tinggi (50-60%) dan kandungan lignin (5 %) serta kandungan pati yang rendah (5 %). Limbah kulit durian yang belum dimanfaatkan tersebut sangat potensial untuk diolah lebih lanjut menjadi produk arang yang mudah dan murah didapatkan oleh masyarakat guna memenuhi kebutuhan energi mereka (Apriani, 2013).

Pengujian kualitas arang aktif sebagai adsorben dapat diterapkan terhadap zat warna tertentu seperti zat warna *methanil yellow* (Wirasto, 2008). Dimana zat warna ini merupakan zat warna sintesis berwarna kuning

kecoklatan, berbentuk padat dan serbuk dengan bobot molekul 375,38 g/mol, larut dalam air, alkohol, sedikit larut dalam benzen dan agak larut dalam aseton (Ismorningsih, 1973). Pewarna ini merupakan bahan yang dilarang digunakan pada makanan. Dampak dari pemakaian *methanil yellow* sangat berbahaya jika terhirup, mengenai kulit mata dan tertelan (Mulyatna, 2006)

Adsorpsi dengan karbon aktif melibatkan proses aktivasi, yang merupakan suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara mengoksidasi molekul–molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik secara fisika menggunakan uap, oksigen dan CO₂ maupun secara kimia menggunakan zat aktivator pada konsentrasi dan temperatur dari bahan kimia tertentu misalnya zat aktivator asam klorida (HCl), yang merupakan senyawa asam kuat yang stabil dan mudah larut atau dapat berdisosiasi penuh dalam air sehingga sering digunakan dalam analisis kimia untuk mendestruksi sampel analisis (Roy GM, 1985). Berdasarkan penelitian sebelumnya, aktivasi dengan HCl lebih dapat melarutkan pengotor sehingga pori-pori lebih banyak terbentuk dan proses penyerapan adsorbat menjadi lebih maksimal, dibandingkan aktivasi dengan H₂SO₄ yang lebih sedikit jumlah pori-porinya. Hal ini dikarenakan dinding struktur dari karbon aktif tersebut dapat dirusak oleh H₂SO₄ yang bersifat destruktif (Miftah, 2008).

Mengingat pentingnya proses aktivasi, pemilihan konsentrasi zat aktivator yang tepat juga ikut berperan dalam meningkatkan kemampuan adsorpsi. Sehingga nantinya dapat diketahui ada tidaknya pengaruh konsentrasi aktivator HCl terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif kulit durian serta mengetahui berapa konsentrasi optimum aktivator HCl yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum arang aktif kulit durian pada zat warna *methanil yellow*.

2. METODE PENELITIAN

Bahan

Kulit Durian (*Durio zibethinus*), zat warna *methanil yellow*, aquades, HCl p.a, NaOH p.a, kertas saring Whatman No.41, kertas pH universal, kertas saring biasa, aluminium foil, kasa hidrofil, kapas dan tisu.

Alat

Spektrofotometer UV-Vis, kiln drum, pengayakan (40 mesh), shaker waterbath, neraca analitik, tanur listrik, oven, alat-alat gelas, corong, botol semprot, batang pengaduk, spatula, pipet volume, desikator, cawan petri, cawan porselin, pipet skala, pipet volume, pipet tetes dan bulb.

Prosedur Penelitian

Tahapan Umum Pembuatan Karbon Aktif Kulit Durian

Kulit durian dibersihkan lalu dijemur kemudian dikarbonisasi dengan tehnik kiln drum kemudian digerus sampai halus lalu diayak (Grandsize) ukuran +40-100 mesh (butiran yang diambil adalah butiran yang lolos pada

mesh 40). Selanjutnya diaktivasi dalam tanur pada suhu 400°C selama 2 jam. Didinginkan lalu direndam dalam HCl dengan variasi konsentrasi 1 M, 2 M, 3 M dan 5 M selama 24 jam. Disaring dan dicuci dengan aquades sehingga filtrat bersifat netral kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama dua jam lalu dimasukkan ke dalam desikator.

Pembuatan larutan induk zat warna methanil yellow 1000 ppm

Ditimbang 1 gram zat warna *methanil yellow*, lalu dilarutkan dengan aquades sampai volumenya tepat 1000 mL.

Pembuatan larutan kerja methanil yellow 100 ppm

Sebanyak 50 mL larutan *methanil yellow* 1000 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

Pembuatan larutan deret standar

Dari larutan kerja 100 ppm, dibuat deret konsentrasi zat warna *methanil yellow*, dengan memipet 5 mL untuk 5,0 ppm; 10 mL untuk 10,0 ppm; 15 mL untuk 15,0 ppm; 20 mL untuk 20,0 ppm dan 25 mL untuk 25,0 ppm, masing-masing ke dalam labu takar 100 mL lalu diimpitkan dengan aquabidest hingga tanda batas, yang kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 430 nm.

Penentuan Konsentrasi Optimum Zat Warna Methanil Yellow

0,5 gram karbon aktif dimasukkan ke dalam 100 ml larutan zat warna *methanil yellow* dengan variasi konsentrasi zat warna 0,05 ppm, 1,0 ppm, 2,5 ppm, 5,0 ppm, 10,0 ppm, 20,0 ppm, 30,0 ppm, 40,0 ppm dan 50,0 ppm kemudian larutan dikocok dengan *shaker waterbath* dengan kecepatan 120 rpm selama 45 menit. Selanjutnya masing-masing campuran disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No.41. Filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 430 nm.

Penentuan Konsentrasi Optimum Aktivator HCl dengan Variasi 1 M; 2 M; 3 M; 4 M; 5 M dengan Konsentrasi Optimum Zat Warna Methanil Yellow 10 ppm

Masing-masing 0,5 gram karbon aktif konsentrasi 1 M; 2 M; 3 M; 4 M; dan 5 M dimasukkan ke dalam 100 mL larutan zat warna *methanil yellow* dengan konsentrasi 10 ppm. Larutan dikocok dengan *shaker waterbath* dengan kecepatan 120 rpm selama 45 menit. Selanjutnya masing-masing campuran disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No.41. Filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 430 nm (Perlakuan secara duplo).

Penentuan Isoterm Adsorpsi

Erlenmeyer yang berisi bobot optimum adsorben dilarutkan dalam 100 mL larutan zat warna *methanil yellow* dengan konsentrasi optimum pada adsorben kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No. 41. Filtrat yang dihasilkan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 430 nm. Kemudian diukur kapasitas adsorpsi yang sesuai dengan model isoterm Langmuir dan Freundlich.

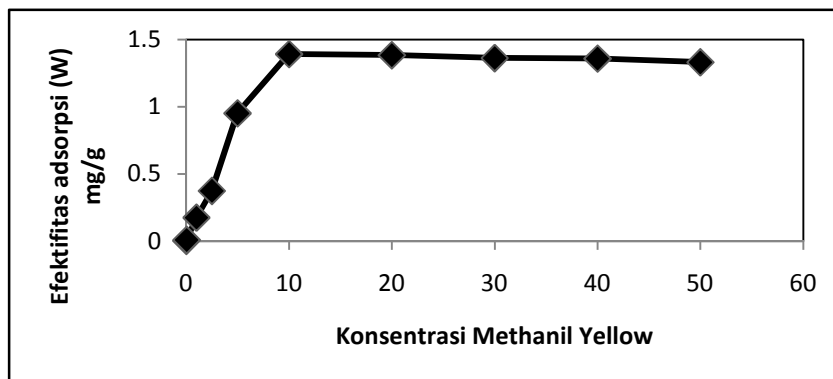
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Zat Warna *Methanil Yellow*

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Variasi Konsentrasi Zat Warna *Methanil Yellow* Pada Panjang Gelombang Maksimum 430 nm

| No | Konsentrasi awal MY (Co) mg/L | Konsentrasi MY sisa (Ce), mg/L | Konsentrasi MY yang terserap (Co-Ce), mg/L | Efektivitas MY teradsorpsi mg/g |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------|
| 1. | 0,01 | 0,00804 | 0,00196 | 0,0016 |
| 2. | 0,05 | 0,0018 | 0,04821 | 0,0096 |
| 3. | 1,0 | 0,1249 | 0,8751 | 0,1750 |
| 4. | 2,5 | 0,6298 | 1,8702 | 0,3740 |
| 5. | 5 | 0,2445 | 4,7555 | 0,9511 |
| 6. | 10 | 3,0460 | 6,9540 | 1,3908 |
| 7. | 20 | 13,0845 | 6,9155 | 1,3831 |
| 8. | 30 | 23,1930 | 6,8070 | 1,3614 |
| 9. | 40 | 33,2125 | 6,7875 | 1,3575 |
| 10 | 50 | 43,3485 | 6,6515 | 1,3303 |

Ket: MY = *Methanil yellow*



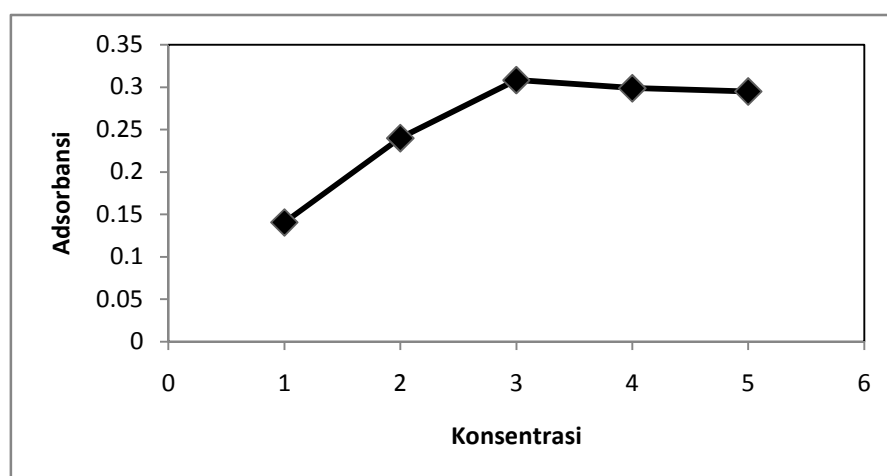
Gambar 1. Grafik untuk penentuan kondisi optimum penyerapan zat warna *methanil yellow*

Gambar 1, dapat dilihat bahwa efektifitas adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap zat warna *methanil yellow* (x/m) yang diaktivasi dengan HCl 1M mengalami kenaikan sejalan dengan bertambahnya konsentrasi zat warna *methanil yellow*. Dari hasil yang diperoleh, konsentrasi optimum zat warna *methanil yellow* terdapat pada 10 ppm dengan adsorbansi yang dihasilkan 0,7897. Akan tetapi, setelah 10 ppm berlalu yaitu pada konsentrasi *methanil yellow* 20, 30, 40 dan 50 ppm, terjadi sedikit penurunan konsentrasi *methanil yellow* yang teradsorpsi. Hal ini dikarenakan jumlah zat terlarut yang teradsorpsi dapat mengalami titik jenuh apabila telah mencapai nilai batas. Kondisi jenuh ini terjadi karena adanya batasan ketersediaan ruang (sterik) yang dapat dipengaruhi oleh bobot karbon aktif yang hanya 0,5 gram.

Penentuan Pengaruh Konsentrasi Aktivator HCl

Tabel 2. Data hasil pengukuran pengaruh konsentrasi aktivator HCl dalam menyerap zat warna *methanil yellow* dengan konsentrasi zat warna yaitu 10 ppm (λ_{maks} . 430 nm).

| No. | Konsentrasi HCl | Absorbansi |
|-----------|-----------------|---------------|
| 1. | 1 M | 0,1404 |
| 2. | 2 M | 0,2398 |
| 3. | 3 M | 0,3082 |
| 4. | 4 M | 0,2986 |
| 5. | 5 M | 0,2948 |



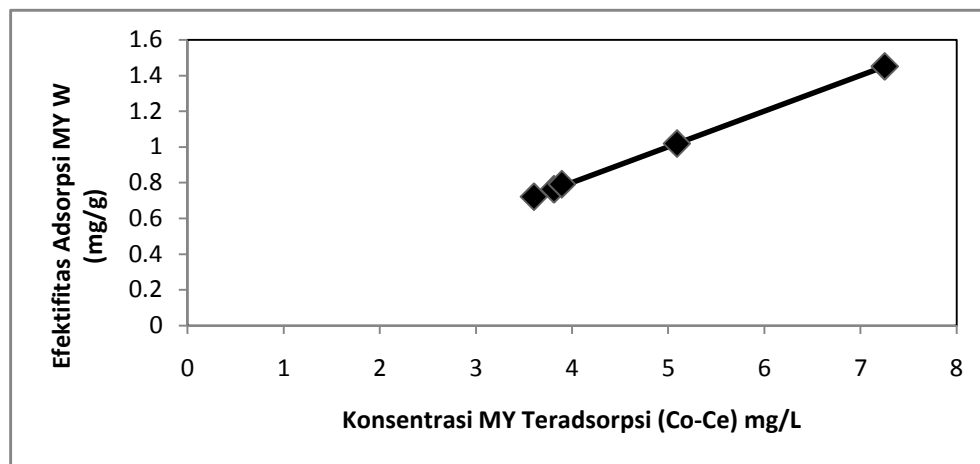
Gambar 2. Grafik antara absorbansi dengan konsentrasi aktivator HCl

Gambar di atas menunjukkan bahwa penyerapan karbon aktif kulit durian terhadap zat warna *methanil yellow* mengalami peningkatan seiring

meningkatnya konsentrasi HCl hingga berada pada konsentrasi HCl 3M dengan adsorbansi berturut-turut sebesar 0,1404; 0,2398 dan 0,3082 mg/L, selanjutnya mengalami penurunan adsorbansi pada konsentrasi HCl 4M dan 5M dengan nilai adsorbansi sebesar 0,2986 mg/L dan 0,2948 mg/L. Akan tetapi, nilai adsorbansi yang tinggi tidak dapat dijadikan tolak ukur karbon aktif memiliki efektifitas dan kapasitas adsorpsi yang bagus.

Tabel 3. Data Rata-rata zat warna *methanil yellow* yang teradsorpsi oleh karbon aktif kulit durian pada berbagai variasi konsentrasi aktivator dengan konsentrasi zat warna *methanil yellow* yang digunakan yaitu 10 ppm (λ_{maks} . 430 nm).

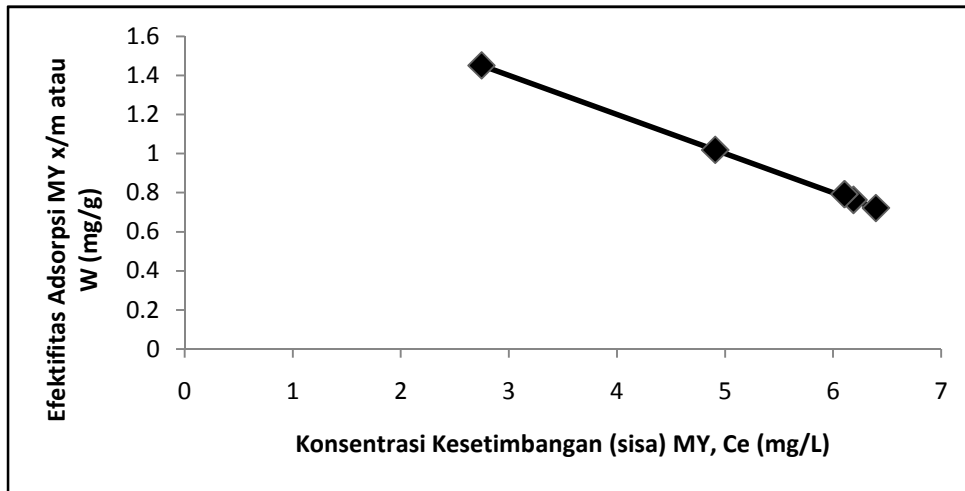
| No. | Co (mg/L) | Ce (mg/L) | Co-Ce (mg/L) | Kapasitas Adsorpsi atau W (mg/g) |
|-----|-----------|-----------|--------------|----------------------------------|
| 1. | 10 | 2,7478 | 7, 2522 | 1,4504 |
| 2. | 10 | 4,9087 | 5,0913 | 1,0183 |
| 3. | 10 | 6,3956 | 3,6044 | 0,7209 |
| 4. | 10 | 6,1870 | 3,8130 | 0,7626 |
| 5. | 10 | 6,1043 | 3,8957 | 0,7914 |



Gambar 3. Grafik hubungan antara variasi konsentrasi (mg/L) aktivator HCl dengan daya adsorpsi *methanil yellow* (mg/g) oleh karbon aktif kulit durian, pada konsentrasi zat warna 10 ppm (λ_{maks} . 430 nm)

Dari tabel 3 terlihat bahwa rata-rata zat warna *methanil yellow* yang teradsorpsi dengan konsentrasi zat warna *methanil yellow* yang digunakan masing-masing 10 ppm, dihasilkan efektifitas adsorpsi tertinggi pada konsentrasi aktivator HCl 1M yakni sebesar 1,4504 mg/g dengan efektifitas adsorpsi terendah pada konsentrasi aktivator HCl 3M yakni hanya 0,7209 mg/g. Dengan kata lain, adsorbansi berbanding terbalik dengan efektifitas

atau kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi zat warna *methanil yellow*. Hal ini berarti semakin tinggi adsorbansi yang diperoleh menandakan kadar zat warna *methanil yellow* dalam larutan masih besar, dengan kata lain tingginya adsorbansi yang diperoleh menandakan karbon aktif kulit durian tidak efektif dalam menyerap zat warna *methanil yellow*.

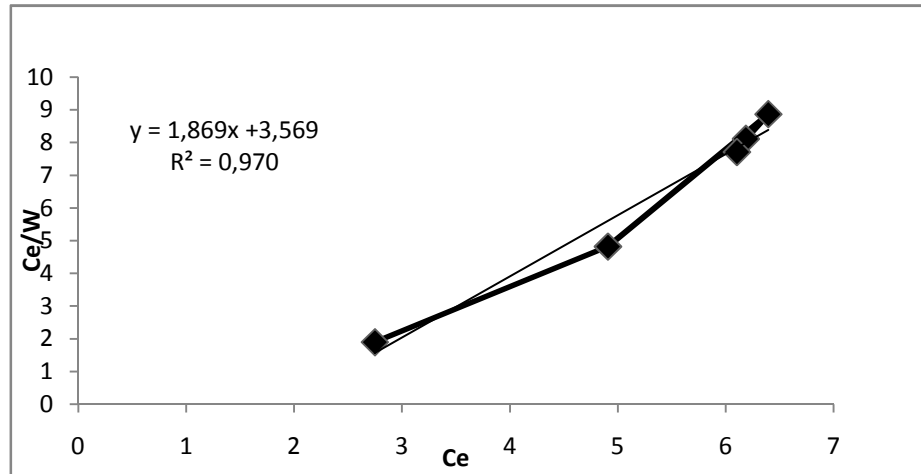


Gambar 4. Grafik hubungan efektifitas Adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap zat warna *methanil yellow* (x/m) dengan konsentrasi sisa zat warna *methanil yellow* ($C_o = 10$ ppm dan $\lambda_{maks.} 430$ nm)

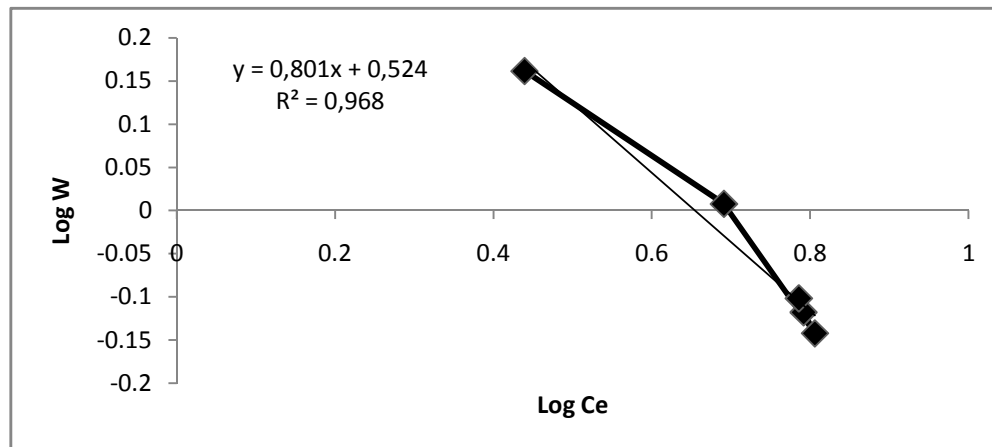
Dari gambar 4, efektifitas penyerapan karbon aktif kulit durian pada zat warna *methanil yellow* mengalami penurunan sampai konsentrasi aktivator 3M dengan nilai efektifitas penyerapan berturut-turut untuk konsentrasi aktivator 1M, 2M dan 3M yaitu 1,4504 mg/g; 1,0183 mg/g dan 0,7209 mg/g. Selanjutnya pada konsentrasi aktivator HCl 4M dan 5M sedikit mengalami peningkatan efektifitas adsorpsi yaitu sebesar 0,7626 mg/g dan 0,7914 mg/g. Ketidakstabilan daya adsorpsi dari karbon aktif kulit durian pada berbagai konsentrasi aktivator HCl terhadap zat warna *methanil yellow* ini disebabkan karena pada saat penggunaan zat aktivator yang tinggi dapat mengakibatkan dalam molekul karbon cenderung berada pada kondisi asam sehingga dapat memiliki lebih banyak muatan parsial positif (ion H^+), yang nantinya akan mengakibatkan interaksi karbon aktif dengan zat warna *methanil yellow* yang juga memiliki muatan parsial positif akan mengalami tolakan elektrostatis, dengan kata lain tidak terjadi interaksi dipol-dipol dipermukaan karbon aktif dengan molekul zat warna *methanil yellow* sehingga adsorpsi yang terjadi relatif rendah.

Berdasarkan hasil penelitian kapasitas adsorpsi karbon aktif rumput gajah terhadap zat warna *methanil yellow* pada waktu kontak 45 menit dengan konsentrasi optimum zat warna *methanil yellow* 50 ppm, diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 2,3407 mg/g. Sedangkan hasil penelitian kapasitas adsorpsi karbon aktif kulit buah kakao terhadap zat warna *methanil yellow* pada waktu

kontak 45 menit dengan konsentrasi zat warna *methanil yellow* 20 ppm, diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 1,5720 mg/g.



Gambar 5. Grafik isoterm Langmuir untuk adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap zat warna *methanil yellow* (λ_{maks} . 430 nm)



Gambar 6. Grafik Isoterm Freundlich untuk adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap zat warna *methanil yellow* (λ_{maks} . 430 nm)

Isoterm adsorpsi dari karbon aktif kulit durian dapat dilihat pada gambar 5 dan 6, dari kedua grafik isoterm tersebut, dapat dilihat bahwa isoterm adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap zat warna *methanil yellow* cenderung mengikuti persamaan isoterm Langmuir, karena nilai regresi linear (R^2) untuk kurva isoterm langmuir lebih mendekati 1 yaitu 0,9700 dibandingkan nilai regresi linear (R^2) untuk kurva isoterm Freundlich yaitu 0,9680. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi karbon aktif kulit durian terhadap zat warna

methanil yellow bersifat adsorpsi secara kimia, yang terjadi karena adanya reaksi antara molekul-molekul adsorbat (zat warna *methanil yellow*) dengan adsorben kulit durian yang dapat membentuk ikatan kovalen dan ion. Mekanisme peristiwa adsorpsi ini terjadi karena molekul adsorbat berdifusi melalui suatu lapisan batas ke permukaan luar adsorben. Sebagian ada yang teradsorpsi di permukaan luar namun sebagian besar berdifusi lanjut ke dalam pori-pori adsorben. Hal ini terjadi karena antara fase padatan karbon aktif kulit durian dengan molekul zat warna *methanil yellow* yang ada dalam larutan terjadi pertukaran muatan ion, yang bisa terjadi karena molekul zat warna *methanil yellow* terperangkap (terjebak) dengan kuat pada pori yang terdapat pada permukaan karbon aktif kulit durian, sehingga adsorpsinya bersifat tidak dapat balik (*irreversible*). Hal inilah yang menyebabkan zat warna *methanil yellow* dapat teradsorpsi oleh karbon aktif kulit durian.

Hasil analisa data menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi karbon aktif kulit durian untuk pola isotherm langmuir (b) adalah 0,5350 mg/g artinya karbon aktif kulit durian setiap gramnya mampu menyerap 0,5350 mg zat warna *methanil yellow* yang terkandung dalam larutan. Sedangkan untuk pola isotherm Freundlich (k) sebesar 0,1581 mg/g.

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh konsentrasi aktivator pada penyerapan karbon aktif kulit durian terhadap zat warna tersebut, dapat diketahui setelah melakukan analisa data secara statistik, dan diperoleh p (probabilitas) yaitu 0,155 yang lebih besar dari nilai α yaitu 0,05 yang artinya H_0 diterima dan menolak H_1 . Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan variasi konsentrasi aktivator HCl terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif kulit durian pada zat warna *methanil yellow*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Tidak ada pengaruh yang signifikan dengan penggunaan variasi konsentrasi aktivator HCl terhadap kapasitas adsorpsi arang aktif kulit durian pada zat warna *methanil yellow* dan konsentrasi optimum aktivator yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum arang aktif dari kulit durian pada zat warna *methanil yellow* yakni pada HCl 1 M dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,5350 mg/g.

Untuk mengembangkan penelitian selanjutnya, maka disarankan agar:

1. Melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi waktu perendaman pada tahap aktivasi kimia.
2. Melakukan penelitian, dengan menggunakan konsentrasi aktivator HCl dibawah 1 M.
3. Melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan aktivator basa dan atau menggunakan bobot karbon aktif yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Tiro dan Muhammad, 2008, *Dasar-dasar Statistika*. Makassar: Andira Publisher.
- Firdawati, 2009, Arang Aktif Meningkatkan Kualitas Lingkungan,” *Jurnal Litbang Deptan*, (Online), <http://www.litbang.deptan.go.id/download/one/99/file/Arang-Aktif-Meningkatkan-K.pdf>, diakses pada 29 April 2012.
- Hendayana, 1990, *Kimia Analitik Instrumentas*, Bandung: Fakultas MIPA IKIP.
- Herawati, 2010, Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) Terhadap Logam Ca dan Mg Pada Air Sumur Di Desa Borong Unti'e Kabupaten Pangkep,” Skripsi Sarjana, Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin.
- Marjono, 2009, Pembudidayaan Untuk Potensi Kulit Durian Menjadi Briket Yang Bernilai Jual, *Official Website Deputi Menegristek*, (Online), <http://www.deputi.go.id/pembudidayaanpertanian.html>, diakses 31 April 2013.
- Mulyatna, Pradko dan Nasution, 2006, Pemilihan Persamaan Adsorpsi Isoterm Pada Penentuan Kapasitas Adsorpsi Kulit Kacang Tanah Terhadap Zat Warna *Remazol Golden Yellow*, *Universitas Haluoleo Kendari*, vol. 3 no. 3, <http://www.unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/jurnal.html> (diakses 27 Agustus 2013).
- Nazaruddin dan Fauziah Muchlisah, 1996, *Buah Komersial*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Prabowo Rossi, 2009, Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Durian Sebagai Produk Briket di Wilayah Kecamatan Gunung Pati Kabupaten Semarang,” *Jurnal Mediagro Ilmu-Ilmu Pertanian Universitas Wahid Hasyim Semarang*, <http://www.ce.edu/programareaspemanfaatanlimbah>, diakses pada 27 juni 2013.
- Rashid, Isminingsih dan Jufri, 1973, *Pengantar Kimia Zat Warna*. Bandung: ITB, 1973.
- Rini Retnosari, 2010, Pemanfaatan Arang Aktif dari Kulit Buah Randu sebagai Adsorben Insektisida pada Perairan di Daerah Pandaan Pasuruan, *Peduli Lingkungan*, 2010. http://usupress.usu.ac.id/files/Sains%20Kimia%20VoI_%2010%20No_%202%20Juli%202006.pdf. diakses 6 Januari 2013.
- Apriani, Ririn. Irfana dan Dwiria, 2013, Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) Terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian Sebagai Adsorben Logam Fe Pada Air Gambut, *Jurnal Prisma Fisika, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura*, vol. 1 no. 2, 2013. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpfu/article/view/2931/2861>. diakses pada 20 Agustus 2013.
- Ronquillo. 2010, Meningkatkan Nilai Arang Tempurung Jadi Karbon Aktif, *Word.pres.com*, <http://www.wordpres.com>. diakses pada 4 Mei 2013.

- Roy GM, 1985, *Activated Carbon Application in The Food and Pharmaceutical Industries*. Lancaster: Tanchnomic.
- Soekardjo, 1990, *Kimia Anorganik*. Cet 2; Jakarta: Rineka Cipta.
- ST. Hafiyah, 2012, Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Dari Limbah Sekam Padi (*Oryza Sativa L.*) Terhadap Zat Warna Rhodamin B, *Skripsi Sarjana*, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin, Makassar.
- Wirasto, 2008, Analisis Rhodamin B dan Methanil Yellow dalam Minuman Jajanan Anak SD di Kecamatan Laweyan Kotamadya Surakarta dengan Metode Kromatografi Lapis *Tipis*," *Jurnal Penelitian Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta*,
<http://repository.usu.ac.id/bitstream.jurnal/123456789/7528/1/10E00091.pdf>. diakses pada 12 Juni 2013.